

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-199109

(43)Date of publication of application : 06.08.1996

(51)Int.CI. C09D 17/00
C09C 1/66
// C09J 9/02

(21)Application number : 07-008143 (71)Applicant : TOKUYAMA CORP

(22)Date of filing : 23.01.1995 (72)Inventor : OKAMOTO TOMOKI
KATAYAMA TOSHIHIRO
SHIMAMOTO TOSHIJI

(54) COPPER PASTE AND ITS PRODUCTION**(57)Abstract:**

PURPOSE: To obtain a copper paste, consisting essentially of a dendritic copper powder and a thermosetting resin, capable of providing the extracted copper powder having a specific particle diameter and a specified density and affording a cured product excellent in electric conductivity and reliability for a long period, especially moisture resistance by thermosetting.

CONSTITUTION: This copper paste is obtained by kneading a dendritic copper powder having the surface treated with a titanium coupling agent with a thermosetting resin consisting essentially of an epoxy resin using a blade type kneader such as a planetary mixer. Thereby, the resultant copper paste provides the extracted copper powder having 2-20 μ m average particle diameter and $\leq 3.3\text{g/cm}^3$ tap density.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-199109

(43)公開日 平成8年(1996)8月6日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
C 09 D 17/00	P U J			
C 09 C 1/66	P B N			
// C 09 J 9/02	J A S			

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平7-8143

(22)出願日 平成7年(1995)1月23日

(71)出願人 000003182
株式会社トクヤマ
山口県徳山市御影町1番1号
(72)発明者 岡本 朋己
山口県徳山市御影町1番1号 株式会社ト
クヤマ内
(72)発明者 片山 俊宏
山口県徳山市御影町1番1号 株式会社ト
クヤマ内
(72)発明者 島本 敏次
山口県徳山市御影町1番1号 株式会社ト
クヤマ内

(54)【発明の名称】 銅ペースト及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】比較的少ない銅粉の添加量においても優れた導電性を有する硬化体を与える銅ペーストを提供する。

【構成】樹枝状銅粉及び熱硬化性樹脂を必須成分とする銅ペーストにおいて、該銅ペーストから抽出した銅粉が、平均粒径 2~20 μm、タップ密度 3.3 g/cm³以下である銅ペーストである。

【特許請求の範囲】

【請求項1】樹枝状銅粉及び熱硬化性樹脂を必須成分とする銅ペーストにおいて、該銅ペーストから抽出された銅粉が、平均粒径2~20μm、タップ密度3.3g/cm³以下であることを特徴とする銅ペースト。

【請求項2】チタンカップリング剤により表面処理を施した樹枝状銅粉を用いることを特徴とする請求項1記載の銅ペースト。

【請求項3】エポキシ樹脂を主成分とする熱硬化性樹脂を用いることを特徴とする請求項1記載の銅ペースト。

【請求項4】樹枝状銅粉及び熱硬化性樹脂をブレード型混練機を用いて混練するすることを特徴とする請求項1記載の銅ペーストの製造方法。

【請求項5】ブレード型混練機がプラネタリーミキサーである請求項4記載の銅ペーストの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、新規な銅ペースト及びその製造方法に関する。詳しくは、加熱硬化により優れた導電性と、長期信頼性、特に耐湿性に優れた硬化体を与える銅ペースト及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来技術】銅ペーストは、エレクトロニクス分野において、導電性接着剤、回路基板等における電磁波シールド用導電層の形成、導通スルーホールの形成等の用途に使用されている。特に最近では、銅ペーストは耐マイグレーション性に優れていますから、従来の銀ペーストに代わる材料として注目されている。

【0003】一般に、上記銅ペーストの原料となる銅粉は、例えば、電解によって得られた樹枝状の部分が長い形状の樹枝状銅粉が、銅ペースト硬化後の導電性の発現の観点から好適に使用される。また、該樹枝状銅粉は酸化を防止するために防錆処理が施される。

【0004】また、上記銅ペーストは、上記の樹枝状銅粉と熱硬化性樹脂との分散性を高めるため、3本ロールミル等の比較的強い分散力を持った装置で混練することにより得られていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記樹枝状銅粉を原料の銅粉として使用した場合、得られる硬化体に期待される程度の導電性が発揮されなかったり、保存中に銅ペーストの劣化が生じ、十分な導電性が得られなくなるという問題が生じていた。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記問題を解決すべく鋭意研究を重ねた。その結果、銅ペーストの導電性の低下の原因が、銅ペーストの製造時に使用される比較的強い分散力を持った混練装置で混練することにより、原料の銅粉として選択された複雑な形状を持つ

樹枝状銅粉の樹枝状部分が混練中に粉碎され、銅粉相互の接触点となるべき樹枝状の部分が消失することにあるという知見を得た。即ち、原料の銅粉としてその分岐の程度を示すタップ密度が3g/cm³程度の樹枝状部分が多い樹枝状銅粉を使用しても、混練中に該樹枝状部分が折れることにより実際に得られる銅ペーストに分散される該銅粉のタップ密度は4g/cm³以上に上昇し、該銅ペーストを硬化して得られる硬化体の導電性が低下する。

【0007】また、銅ペーストの保存性の低下が、混練中に該樹枝状部分が折れることにより防錆処理の施されていない表面が新たに出現することによるとの知見も得た。

【0008】上記保存性の向上のみを改善するためには、原料銅粉としてタップ密度が4g/cm³以上のもの、即ち樹枝状の部分が短かく、幹の部分が太い形状の樹枝状銅粉を用いることが考えられるが、該銅粉は銅粉相互の接触に必要な樹枝状の部分が小さいため、得られる銅ペーストの硬化体の導電性が低下する。

【0009】本発明者らは、上記知見に基づき、更に研究を重ねた結果、タップ密度の小さい樹枝状銅粉を原料として使用し、該樹枝状銅粉の2次凝集をほぐす程度の弱い分散力の混練機によって熱硬化性樹脂との混練を行って銅ペーストを製造することによって、タップ密度が比較的小さい樹枝状銅粉の形状を実質的に損なうことなく熱硬化性樹脂中に分散し得ることに成功し、また、得られた銅ペーストが導電性及び長期保存性、特に耐湿性に優れた硬化体を与えることを確認し、本発明を完成するに至った。

【0010】即ち、本発明は、樹枝状銅粉及び熱硬化性樹脂を必須成分とする銅ペーストにおいて、該銅ペーストから抽出された銅粉が、平均粒径2~20μm、タップ密度3.3g/cm³以下であることを特徴とする銅ペーストである。

【0011】本発明において、上記銅ペーストから抽出された銅粉とは、銅ペーストを構成する熱硬化性樹脂を銅粉の性状を実質的に変化させることなく分離した状態の銅粉をいい、原料銅粉とは区別される。

【0012】かかる銅ペーストからの銅粉の抽出は、一般には、銅ペーストを構成する熱硬化性樹脂を選択的に溶解可能な適当な溶剤に溶解し、濾過して銅粉を分離し、さらに該銅粉を溶剤で20時間ソックスレー抽出を行う方法により行うことができる。

【0013】本発明の銅ペーストの特徴は、樹枝状銅粉及び熱硬化性樹脂を必須成分とする銅ペーストから上記のようにして抽出された銅粉（以下、抽出銅粉ともいいう）の平均粒径が2~20μm、好ましくは5~15μmであり、タップ密度が3.3g/cm³以下、好ましくは、1~3.1g/cm³であることにある。

【0014】従来、銅ペースト中の銅粉の物性自体を直

接制御することは實際に行われてなく、一般には、原料銅粉において、そのタップ密度、平均粒径が制御されているに過ぎない。しかし、かかる制御によれば、熱硬化性樹脂との混練によって實際に得られる銅ペースト中の銅粉の性状は変化し、特に、分岐部分が多い樹枝状の銅粉の場合、混練後のタップ密度が 4 g/cm^3 以上と大幅に上昇する。

【0015】従って、上記のように銅ペーストから抽出された銅粉のタップ密度が 3.3 g/cm^3 を超える場合は、得られる銅ペーストを硬化した場合に、十分な導電性が得られない。また、タップ密度が極めて小さい抽出銅粉は、後記の製造方法によっても製造することが困難であり、一般には 1 g/cm^3 が下限となる。

【0016】抽出銅粉のタップ密度は、上記の範囲内より適当なタップ密度となるように設定すればよい。一般に、樹枝状銅粉の形状、即ち枝部分の長さにより異なり、枝部分が長いほどタップ密度は小さくなる。また、枝部分がより長い形状の銅粉を用いることにより、銅粉相互の接触点が増え、且つ銅粉相互の隙間が大きくなるので、銅ペーストとした場合に比較的少ない銅粉添加量で容易に良好な導電性が得られるため、銅ペースト原価を下げることができる。また、銅ペーストを構成する熱硬化性樹脂を適当に選択することにより、銅ペーストの粘度、流動性等の自由度を広く選択することができる。

【0017】また、抽出銅粉の平均粒径が $20\text{ }\mu\text{m}$ を超えた場合は、銅ペーストの流動性が悪くなり、作業性が低下するだけでなく、比較的粒径の大きい銅粉の存在比率が大きくなるため、銅ペーストを硬化させる際のクラックの発生要因となり易い。特に、該銅ペーストをプリント配線板のスルーホール用貫通孔に充填・硬化して導通を得るような用途に使用する場合には、クラックの発生等により導電性が低下する可能性が高くなるという問題を生ずる。また、抽出銅粉の平均粒径が $2\text{ }\mu\text{m}$ より小さいものは、表面積が過大となり耐酸化性が低下するという問題を生じる。

【0018】また、本発明の銅ペーストに用いる熱硬化性樹脂は、加熱により三次元網状の架橋構造を形成するものであればよい。代表的な熱硬化性樹脂を例示すれば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、重合可能な炭素一炭素二重結合を2個以上有する化合物、等が挙げられるが、なかでも、エポキシ樹脂を主成分とする熱硬化性樹脂を用いることが特に好ましい。エポキシ樹脂を用いた場合は、他の材料との接着性が良好で、且つ硬化に伴う副生成物が発生しないため、銅ペーストを注型等の厚みのある硬化体の形成に用いた場合に、硬化時にボイド、クラック等の発生が無く、好適に使用できる。

【0019】該エポキシ樹脂は、グリシジル基を有する任意の化合物が使用できるが、具体的に例示すれば、フェニルグリシジルエーテル、ブチルグリシジルエーテ

ル、ウンデシルグリシジルエーテル等のモノグリシジルエーテル、ビスフェノールA型、ビスフェノールF型、ビスフェノールS型、ビスフェノールC型、(ポリ)エチレングリコール、(ポリ)プロピレングリコール、アルキレングリコール等のジグリシジルエーテル、或いはフェノールノボラック、クレゾールノボラック、グリセリン、多価アルコール等のポリグリシジルエーテル、等のグリシジルエーテル類、アジピン酸、フタル酸、ヘキサヒドロフタル酸、p-オキシ安息香酸のグリシジルエステル等のグリシジルエステル類、N,N-ジグリシジルアミン、テトラグリシジルアミノジフェニルメタン、トリグリシジルp-アミノフェノール等のグリシジルアミン類、ヒダントイン型エポキシ樹脂、トリグリシジルイソシアヌレート等の複素環式エポキシ樹脂、シクロヘキセンオキシド基、トリシクロデセンオキシド基、シクロペンテンオキシド基等を有する環式脂肪族エポキシ樹脂、或いは上記エポキシ樹脂の種々の変性品等が挙げられる。

【0020】また、上記エポキシ樹脂に使用する硬化剤としては、トリメチルヘキサメチレンジアミン、ジエチルアミノプロピルアミン等の脂肪族アミン、メンセンジアミン、イソホロジアミン等の脂肪族ポリアミン、ジアミノジフェニルメタン、ジアミノジフェニルスルホン等の芳香族アミン、イミド環、ヒダントイン環を有するアミン、又はこれらの変性物、ケチミン、ベンジルジメチルアミン等の3級アミン、等のアミン系硬化剤、無水フタル酸、ヘキサヒドロ無水フタル酸、無水トリメット酸、無水マレイン酸等の酸無水物系硬化剤、ポリアミド樹脂、ポリアミドアダクト、ポリアミンアダクト、ポリスルフィド樹脂、ノボラック型フェノール樹脂、ブチル化尿素樹脂、ブチル化メラミン樹脂、ポリビニルフェノール等のオリゴマー型硬化剤、ルイス酸、ジアンジアミド、有機酸ヒドラジド、ジアミノマレオニトリル等の潜在型硬化剤、2-エチル-4-メチルイミダゾール、2-ウンデシルイミダゾール、2-フェニル-4-メチル-5-ヒドロキシメチルイミダゾール等のイミダゾール類等が一般的に使用される。

【0021】上記硬化剤の添加量は、硬化剤の種類により適当な量を添加すれば良いが、一般的にはエポキシ樹脂に対し $1\sim100$ 重量部、好ましくは $3\sim60$ 重量部程度が好適である。

【0022】本発明の銅ペーストにおける銅粉の好適な添加割合は、上記抽出銅粉のタップ密度により多少異なるが、一般には従来の銅ペーストに比べ銅粉添加量は少なくても良い。即ち、熱硬化性樹脂 100 重量部に対し、 $180\sim750$ 重量部、好ましくは $200\sim570$ 重量部添加すれば十分である。銅粉の割合が 180 重量部に満たない場合は、銅ペースト中の銅粉が少なすぎるため良好な導電性が得られない。また、逆に 750 重量部を超える場合は、バインダーとして作用する熱硬化性

樹脂が不足し、均一な硬化体が得られないため好ましくない。

【0023】本発明の銅ペーストは、上記の銅粉、熱硬化性樹脂の他に、チキソトロピー化剤、レベリング剤、消泡剤、溶剤その他の添加剤を含有しても良い。

【0024】本発明の銅ペーストの製造方法は特に制限されないが、代表的な製造方法を例示すれば、タップ密度の小さい樹枝状銅粉と熱硬化性樹脂とを該樹枝状銅粉の2次凝集をほぐす程度の弱い分散力で混練する方法が挙げられる。

【0025】上記の銅ペーストの製造に使用される樹枝状銅粉（以下、原料銅粉ともいう）は、電解法等の方法によって製造される公知の樹枝状銅粉が使用されるが、そのタップ密度は前記抽出銅粉のタップ密度の上限より小さいものを使用することが該抽出銅粉のタップ密度を所期の範囲に設定するために必要である。一般に、原料銅粉のタップ密度は熱硬化性樹脂との混練条件にもよるが、 3 g/cm^3 以下、好ましくは 2 g/cm^3 以下が好適である。

【0026】上記の原料銅粉は酸化防止の目的で種々の表面処理を施したもののが好適に使用できるが、該酸化防止処理の他にチタンカッピング剤による表面処理を施したもののが特に好適に使用できる。即ち、チタンカッピング剤による表面処理を行うことで、熱硬化性樹脂中の銅粉の分散性が向上し、後記する銅粉の2次凝集をほぐす程度の弱い分散力の混練機を用いた場合に、銅粉の形状を破壊することなく、良好な分散性を得ることができる。また、チタンカッピング剤による表面処理を行うことで、銅ペースト硬化体の耐酸化性も向上する。

【0027】上記チタンカッピング剤としては、市販のものが制限なく使用できる。具体的なものを例示すれば、イソプロピルトリイソステアロイルチタネート、イソプロピルトリデシルベンゼンズルホニルチタネート、イソプロピルトリ（ジオクチルパイルホスフェート）チタネート、テトライソプロピルビス（ジオクチルホスファイト）チタネート、テトラ（2、2-ジアリルオキシメチル-1-ブチル）ビス（ジ-トリデシル）ホスフェートチタネート、ビス（ジオクチルパイルホスフェート）オキシアセテートチタネート等が挙げられる。

【0028】尚、銅粉の表面処理に用いるチタンカッピング剤の量は、銅粉に対し $0.05\sim 5$ 重量%程度が好ましい。

【0029】本発明の銅ペーストの製造において、上記原料銅粉を熱硬化性樹脂に均一に分散させるための混練は、該樹枝状銅粉の2次凝集をほぐす程度の弱い分散力で混練することが重要であり、かかる目的に適合する混練条件が選択される。

【0030】即ち、本発明において特定される抽出銅粉の物性値は、銅ペースト中に分散した状態の銅粉のものであり、原料銅粉のものではないため、上記物性値を満

足する樹枝状銅粉を原料に用いても、比較的混練力の強い条件で混練を行うと、銅粉が粉碎され、本発明の範囲の物性値を満足する銅粉を含む銅ペーストが得られない。

【0031】従って、上記混練には、公知の混練装置を使用することができるが、抽出銅粉のタップ密度、平均粒径が前記範囲となる混練条件を予め実験により決定して混練を行うことが推奨される。

【0032】上記の混練装置としては、例えば、ロールミル、バンパリーミキサー、エクストルーダー等のロール型混練機；ボールミル、サンドグラインダ等のボール型混練機；ミックスマラー、マルチミル等のホイール型混練機；ニーダー、スクリューミキサー、ジグザグミキサー、スパイラルミキサー、プラネタリーミキサー、ボニーミキサー等のブレード型混練機；らいかい機；コロイドミル等が挙げられる。そのうち、ロール型混練機、ボール型混練機、或いはホイール型混練機等の混練力の強い装置を用いて混練を行う場合は、銅粉が粉碎され易く、本発明の範囲の物性値を満足する抽出銅粉を含む銅ペーストを得ることが困難となるため、このような混練力の強い装置、例えば3本ロールを用いた場合には、ロール回転数を小さくし、ロール間のギャップをある程度設け、ロール通過回数を少なくする等の条件を設定することが好ましい。しかし、このような条件で混練を行う場合は、銅粉の分散性が低下する傾向にある。

【0033】従って、上記銅ペーストの製造方法においては、比較的混練力の弱い混練装置であるブレード型混練機を用いて混練を行うことが特に好ましい。その中でも特に、プラネタリーミキサーを用いることが最も好ましい。即ち、プラネタリーミキサーは、ブレードによるせん断作用により混練を行う機構であり、銅ペーストの混練に用いる場合に、原料として供給した樹枝状銅粉の枝部分の粉碎が殆ど起こらず且つ容器内でデッドスペースのないように均一に混合できるようにブレードが運動するため、適当な銅粉を原料として用いて、均一混合するのに十分な時間混練を行うことにより、本発明の範囲の物性値を満足する銅粉を均一に分散させた状態の銅ペーストを容易に製造することができる。

【0034】上記原料銅粉の平均粒径、タップ密度は、使用する混練機の混練力を予め実験により確認し、混練後に前記抽出銅粉の粒子径及びタップ密度に入るように決定すればよい。一般には、平均粒径 $2\sim 20\mu\text{m}$ 、タップ密度 3.0 g/cm^3 以下のが使用される。また、上記混練時間も使用する混練機によって異なり、一概に限定することはできないが、一般に $30\sim 120$ 分が好ましい。

【0035】

【発明の効果】本発明の銅ペーストは、含有される銅粉、即ち、抽出銅粉が、適度な粒子径を有すると共に十分に小さいタップ密度を有するものであるため、硬化体

において銅粉相互の接触点が密に存在し、その結果、導電性が良好な硬化体が安定して得られるという特徴を有する。また、その波及効果としてペースト中の銅粉添加量を少なくできるという効果も発揮する。また、原料銅粉に対して抽出銅粉のタップ密度の低下が少ないため、該原料銅粉の破碎面の発生が少なく抑えられ、その結果、表面に防錆処理を施した原料銅粉を使用する場合には、長期信頼性、特に耐湿性に優れた銅ペーストを得ることができる。

【0036】

【実施例】以下に、実施例及び比較例により、本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0037】実施例1～4、比較例1、2

エポキシ当量173g/当量(eq.)のビスフェノールAジグリシジルエーテル43.8重量(wt)%、エポキシ当量230g/eq.のn-ウンデシルモノグリシジルエーテル29.2wt%、ヒドロキシ当量105g/eq.のノボラック型フェノール樹脂27.0wt%を加熱混合し、更に、1.0wt%の2-エチル-4-メチルイミダゾールを添加し、均一液状の熱硬化性樹脂混合液を得た。

【0038】次に、この熱硬化性樹脂混合液100重量部に対し、予め1.0wt%のイソプロピルトリイソステアロイルチタネットで表面処理を施した表1に示す物性値を有する樹枝状の電解銅粉を、表1に示した割合で添加し、プラネタリーミキサーを用いて40°C、120分の条件で混練して銅ペーストを得た。

【0039】該銅ペーストの一部をメチルエチルケトンに溶解し、濾過した後、ソックスレー抽出により銅粉を洗浄し、得られた抽出銅粉について平均粒径及びタップ密度を測定した。

【0040】また、得られた銅ペーストを、図1及び図2に示す試験パターンを形成するように0.6mmφの貫通孔を形成した1.2mm厚のガラスエポキシ基板に、スクリーン印刷法により印刷充填した後、熱風乾燥炉を用いて110°C、60分、180°C、100分の条件で硬化した。硬化後、ガラスエポキシ基板の表面に形成した銅箔パターンを用いて、128穴の貫通孔内の硬化体についてそれぞれ硬化体両端の抵抗値を測定した。

【0041】更に、銅ペーストを充填・硬化したガラスエポキシ基板を60°C、90%RHの条件下に1000時間放置し、硬化体の抵抗値の変化を測定した。抵抗値の測定の結果、100mΩ/穴を超える硬化体が存在した場合は不良と判定した。

【0042】上記試験結果を表3に併せて示した。

【0043】実施例5、比較例3～5

実施例1～4、比較例1、2で用いたものと同一組成の熱硬化性樹脂混合液に表1に示した銅粉を添加した組成の銅ペーストを、ロール回転比1:3:9の3本ロールミルを用い、表2に示す条件で混練して得た。該銅ペーストについて、実施例1と同様の評価を行った。

【0044】上記試験結果を表3にまとめて示した。

【0045】

【表1】

表1

実施例/比較例 No.	原料銅粉の物性値		銅粉 添加量 (重量)	混練 装置
	平均粒径 (μm)	タップ密度 (g/cm ³)		
実施例1	5.0	1.61	300	M
実施例2	9.0	2.74	300	M
実施例3	9.0	2.74	355	M
実施例4	16.4	2.65	355	M
比較例1	24.9	2.61	355	M
比較例2	8.4	4.25	355	M
実施例5	9.0	2.74	355	R
比較例3	9.0	2.74	300	R
比較例4	9.0	2.74	355	R
比較例5	9.0	2.74	355	R

*『混練装置』のMはプラネタリーミキサー、Rは3本ロールを示す。

【0046】

【表2】

表2

実施例/比較例 No.	ロール間隙 (μm)		ロール間線圧 (kg/cm)		フィート- ロール回転 (rpm)	バス 回数
	F-C	C-E	F-C	C-E		
実施例5	50	0	0	5	9	1
比較例3	0	0	5	5	12	3
比較例4	0	0	5	5	12	3
比較例5	0	0	50	50	25	5

* F-C = フィート-ロール - センタ-ロール

C-E = センタ-ロール - イブ-ロールを示す。

【0047】

【表3】

表 3

実施例／ 比較例 No.	抽出銅粉の物性値		抵抗値 (mΩ/穴) n=128		
	平均粒径 (μm)	タップ密度 (g/cm ³)	上段:硬化後、下段:耐湿試験後 平均値	最大値	最小値
実施例 1	5.0	2.33	10.4	14.3	8.9
			10.8	16.9	8.8
実施例 2	8.8	3.09	13.5	18.1	11.5
			13.1	20.2	10.9
実施例 3	8.7	3.04	11.6	16.3	9.9
			11.2	14.1	10.3
実施例 4	15.7	2.97	17.2	25.8	14.5
			21.8	42.1	14.8
比較例 1	23.5	3.11	34.8	98.1	21.0
			125	658	19.8
比較例 2	8.3	4.33	645	724	589
			—	—	—
実施例 5	8.2	3.15	16.1	34.2	10.6
			18.4	43.9	9.8
比較例 3	7.8	3.67	486	1023	106
			—	—	—
比較例 4	8.0	3.70	44.2	94.7	32.6
			372	2549	38.0
比較例 5	6.7	4.15	>20K	>20K	>20K
			—	—	—

【図面の簡単な説明】

【図1】 充填評価用基板の平面図

【図2】 図1の充填評価用基板の断面図

【符号の説明】

1 貫通孔

2 銅箔

3 基板

【図1】

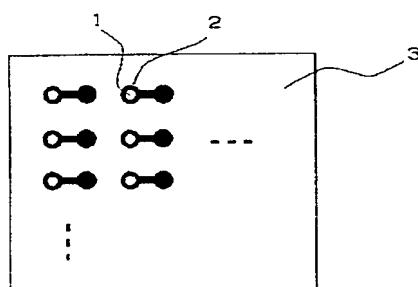


図1 充填評価用基板

【図2】

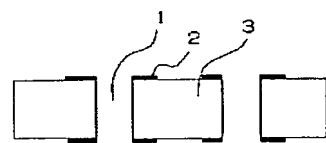


図2 充填評価用基板断面図